

PARA TÍTULOS PROFESIONALES DE ESPECIALISTAS (CUARTO NIVEL) DE LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Carlos Fernando Zamora Mencías con C.I. 1713146163, autor del trabajo de investigación titulado: **“Somatotipo de triatletas ecuatorianos de 18 a 49 años y su relación con el rendimiento competitivo en el periodo comprendido entre Enero/2015 a Junio/2016.”**

En la facultad de Medicina:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación, para ser integrado al sistema nacional de información de la educación superior del Ecuador, para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación respetando las políticas de propiedad intelectual de la universidad.

Quito, 13 de Enero de 2017

Dr. Carlos Fernando Zamora Mencías

CI 1713146163



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DEL DEPORTE

**SOMATOTIPO DE TRIATLETAS ECUATORIANOS DE 18 A 49 AÑOS Y
SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO COMPETITIVO EN EL PERIODO
COMPRENDIDO ENTRE ENERO/2015 A JUNIO/2016**

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DEL DEPORTE

Dr. CARLOS FERNANDO ZAMORA MENCÍAS

Director Dr. Oscar Concha Zambrano

Director Metodológico Dr. Marco Antonio Pinos

Quito, Ecuador

Enero, 2017

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mi esposa, mis padres, mi hermano y amigos por ser el apoyo constante durante toda la carrera, ser Deportólogo es con lo que algún día soñé, trabajar en lo que a uno le gusta.

Agradecimientos.-

A Dios porque lo es todo, gracias a él estoy escribiendo estas palabras.

A mis maestros de la especialidad, que me supieron brindar los primeros
conocimientos de esta ciencia.

A mis amigos que estuvieron involucrados directamente en el
estudio César Leiva y Francisco Ibarra; y, a mi esposa Marielita que ha sido
mi fortaleza.

Autor:

Dr. Carlos Fernando Zamora Mencías

Director Disertación:

Dr. Oscar Concha (Director del Postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Director Metodológico:

Dr. Marco Antonio Pino (Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
SUMMARY	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Historia del somatotipo y la cineantropometría.....	8
2.2 Cineantropometría y su relación con el deporte	9
2.3 Somatotipo.....	10
2.3 Cálculo del somatotipo	12
2.3.1 Método antropométrico:	12
2.3.2 Método fotoscópico	12
2.3.3 Método de antropometría y fotoscopia	12
2.4 Método de Health-Carter	12
2.5 Interpretación del somatotipo según el método de Health-Carter	25
2.6 Fisiología del triatleta de larga distancia.....	28
CAPITULO III	31
3.1 JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGIA	31
3. 2 METODOLOGÍA.....	33
3.2.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	33
3.2.2 OBJETIVOS	35
3.2.2.1 Objetivo General	35
3.2.2.2 Objetivos específicos:	36
3.3 HIPÓTESIS.....	36
3.3.1 Operacionalización de variables	36
3.4 Materiales y métodos.....	38
3.5 Criterios de inclusión:.....	38
3.6 Criterios de exclusión:.....	38
3.7 Muestra	38
3.8 ASPECTOS BIOÉTICOS	40

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	50
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
6.1 Conclusiones.....	53
6.2 Recomendaciones.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diferentes tipos de somatotipos	11
Ilustración 2 Método antropométrico de Health- Carter 1967 (Somatocarta)25	
Ilustración 3 Categorías de los somatotipos basadas en áreas de la Somatocarta.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de los diferentes somatotipos.....	11
Tabla 2 Operacionalización de las variables en estudio	37
Tabla 3 Promedio de las variables entre mujeres y hombres triatletas	42
Tabla 4 Promedio de las variables somatotípicas de los triatletas.....	44

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	23
Ecuación 2	24
Ecuación 3	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Alturas proyectadas desde el suelo	15
Figura 2 Longitudes óseas.....	16
Figura 3. Diámetros óseos.....	17
Figura 4 Localización de los pliegues y orientación de las ramas del plicómetro	21
Figura 5 Esquema de los numerosos factores fisiológicos que interaccionan como determinantes de la velocidad de rendimiento o producción de potencia (Coyle, 2008).....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tiempo de las diferentes disciplinas del triatlón y sexo	42
Gráfico 2 Tiempo de la competencia por sexo.....	44
Gráfico 3.Tiempo de competencia y los diferentes somatotipos estudiados	45
Gráfico 4 Somatocarta	46
Gráfico 5.Número de Ironman 70.3 y tiempo total de competencia	47
Gráfico 6.Edad y tiempo total en la competencia.....	48
Gráfico 7.Tiempo de entrenamiento y tiempo total de la competencia	49

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir la relación entre el somatotipo de los triatletas que participan a nivel competitivo en larga distancia (medio Ironman, 113km) y su rendimiento. En total 42 hombres y 10 mujeres triatletas que realizaron una distancia de medio Ironman se ofrecieron en este estudio. Se midieron las dimensiones antropométricas 11 variables (6 pliegues, 3 diámetros y 2 perímetros), y 9 variables de entrenamiento (frecuencia, duración e intensidad del entrenamiento) y el historial de carreras de triatlón de larga distancia realizadas. Las variables se compararon con el tiempo de la competencia. El somatotipo fue un firme predictor del rendimiento del MedioIronman ($p=0.0004$). El componente endomorfo fue el predictor más importante. Las reducciones en endomorfia, así como una mayor ectomorfia dan una mejora significativa y sustancial en el rendimiento de Ironman.

SUMMARY

The objective of this study was to describe the relationship between the somatotype of the triathletes who participate in competitive level in long distance (Ironman medium, 113km) and their performance. In total 42 men and 10 women triathletes who performed a distance of half Ironman were offered in this study. The anthropometric dimensions were 11 variables (6 folds, 3 diameters and 2 perimeters), and 9 training variables (frequency,

duration and intensity of training) and the history of long distance triathlon races performed. The variables were compared with the time of the competition. The somatotype was a strong predictor of the performance of Mediolronman ($p = 0.0004$). The endomorph component was the most important predictor. Reductions in endomorphy as well as greater ectomorphy give a significant and substantial improvement in Ironman's performance.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El rendimiento deportivo en las competencias ha sido el objetivo de investigaciones científicas destinadas a descifrar cuáles elementos influyen en esta variable, para optimizarlos y de esta manera obtener mejores resultados en las diferentes disciplinas. Existen registros sobre la asociación entre el somatotipo y el rendimiento final de una competencia, específicamente en deportes como el triatlón, siendo la más conocida a escala mundial, el triatlón olímpico que corresponde a 1.5km de natación, 40km de ciclismo y 10km de atletismo.

Sin embargo hay triatlones de distancias más largas como son el Ironman de 113 km (70.3 millas o medio Ironman) y el Ironman de 226 km (140.6 millas). Para este estudio vamos a considerar el medio Ironman que corresponde a 1.9km de natación, 90km de ciclismo y 21.1km de atletismo.

En este orden de ideas, también se evidencia la interacción de variables demográficas, tales como edad, sexo y procedencia en el desempeño de los atletas, siendo todos estos elementos susceptibles de considerar al momento de estudiar si el rendimiento está condicionado o no por una de estas variables o por la interacción del conjunto de estas.

El objetivo de la presente investigación es determinar la correlación entre somatotipo y el rendimiento en triatletas ecuatorianos participantes en medio Ironman entre enero 2015 y junio 2016, con el fin de precisar las variaciones existentes entre este grupo poblacional con las muestras de estudios previos, realizar análisis inferenciales y crear una línea de investigación sobre el tema.

La metodología corresponde a un estudio retrospectivo, correlacional con elementos cuali-cuantitativos. La recolección de datos se realizará mediante una ficha estructurada, con la solicitud del consentimiento informado a cada participante para la toma de medidas antropométricas pertinentes para el análisis e interpretación de las variables en estudio. Finalmente, los resultados obtenidos serán representados de forma gráfica para la comparación respectiva con estudios precedentes y así determinar similitudes y diferencias entre ellos.

El deporte y la actividad física son fundamentales en el estilo de vida, relacionados con aportes significativos para la salud y el bienestar. La Organización Mundial de la Salud recomienda a la población adulta de 18 a 64 años la práctica habitual de 150 minutos de actividad física semanales o 75 minutos a la semana de actividades vigorosas de tipo aeróbicas, sin distinción de sexo, raza, etnia o nivel socioeconómico (OMS, 2015).

En el año 1978, surge la competencia de triatlón de larga distancia que consiste en un deporte que combina la natación, el ciclismo y el atletismo conocido en la actualidad como Ironman, por la idea de John Collins y su esposa de unir estas tres actividades deportivas en una sola competencia para determinar quiénes eran los mejores atletas (WTC,2016). Con este antecedente surge en Hawaii el primer concurso de Ironman en 1978, consolidándose posteriormente como una de las competencias más reconocidas y más complejas de ganar a nivel mundial, por la aptitud física requerida para finalizar las tres actividades correspondientes.

La Corporación Mundial de Triatlón (World Thriatlon Corporation) organiza anualmente concursos de Ironman en diferentes ciudades del mundo. Se estima que la preparación requerida para estas competencias comprende de uno a dos años previos, con rutinas diarias en las 3 modalidades deportivas.

Los triatletas tienen características físicas especiales que resultan favorecedoras para determinadas competencias y verdaderas limitantes para otras disciplinas, es así como se ha relacionado un mayor índice de masa corporal con beneficios en la práctica de natación (Guillen L, 2015), siendo un factor desfavorable para el ciclismo y la carrera en las cuales se requiere de mayor masa muscular. En este orden de ideas, se comprende que la

composición corporal del atleta es un factor determinante en su rendimiento en las diferentes competencias.

El somatotipo se define como el perfil físico del atleta (Martinez, 2011) pudiendo ser con predominio de formas redondeadas como endomorfia, con mayor tejido muscular como la mesomorfia o bien con dominio de formas longitudinales en el caso de ectomorfia. Para determinar el somatotipo se requiere de mediciones antropométricas de pliegues musculares, talla, peso, diámetros óseos y perímetros musculares con el fin de estimar mediante parámetros estandarizados (fórmulas) el valor correspondiente a cada perfil.

Existen reportes en la literatura de investigaciones en las cuales relacionan el somatotipo con otras variables demográficas como sexo, edad, así como el tiempo y volumen de entrenamiento con el rendimiento final del atleta en las competencias de Ironman (Knechtle, 2015), evidenciaron en su estudio que los atletas más veloces tenían edades entre 30 y 35 años, con un mayor volumen de entrenamiento en carrera, poca grasa corporal y eran procedentes de Estados Unidos.

En el mismo orden de ideas, se ha reportado que el somatotipo es un predictor importante del rendimiento de los atletas en las diferentes competencias, con reportes estadísticamente significativos en estudios como

el de Kandel, 2014, realizado en Suiza, con $p < 0.001$ en hombres con somatotipo ectomórfico, sin evidenciar diferencias significativas en cuanto a entrenamiento y rendimiento en el sexo femenino. Inclusive, estos autores concluyen que el somatotipo es más determinante en el rendimiento final de la competencia tipo Ironman, que el mismo entrenamiento.

Considerando la relación existente entre los elementos descritos previamente, como somatotipo y el rendimiento en los atletas participantes en triatlones de larga distancia, se desea establecer la correlación entre estas variables en los atletas ecuatorianos que realizan este deporte, con el fin de comparar si existe similitud con investigaciones previas a pesar de ser grupos poblacionales distintos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Historia del somatotipo y la cineantropometría

Los diferentes términos empleados para designar las características de un atleta, se resumen en la ciencia conocida como Cineantropometría que hace referencia al estado físico, morfología, composición y proporciones corporales (Hurtado, 2013). La evolución de esta ciencia inicio con las civilizaciones y su preocupación por describir y conocer la estructura del cuerpo, evidenciando diferencias francas entre los individuos, dando origen a otras ciencias como la medicina, fisiología y anatomía.

En este sentido, se establecieron relaciones entre la altura, peso con otros segmentos corporales, siendo los precursores de la antropometría los filósofos Hipócrates y Galeno (Hurtado, 2013), quienes crearon una sencilla clasificación de la morfología corporal en: tísicos y apopléticos. Sin embargo es en la década de los treinta cuando se emplea la antropometría por primera vez en una investigación, hasta 1921 que se divide la composición corporal en grasa, tejido óseo, muscular y peso residual.

Se consideran categorías de variables del rendimiento, dentro de las cuales se encuentra la cineantropometría (Hurtado, 2013), comprendiendo esta última la proporcionalidad, composición corporal y el somatotipo. El resto de variables del rendimiento corresponden al área neuromuscular, producción de energía y área psicológica.

2.2 Cineantropometría y su relación con el deporte

La cineantropometría es considerada una herramienta muy útil para evidenciar los cambios generados por el entrenamiento de los atletas, permitiendo establecer diferencias sobre los cambios en la composición corporal en sus diferentes elementos: grasa, músculo, huesos (Acosta, 2013). Para lograr esta utilidad se deben realizar mediciones periódicas, teniendo en cuenta que la antropometría es un predictor del buen desempeño de los atletas en sus competencias.

Es importante mencionar que los términos designados a los diferentes somatotipos se basan en las tres capas germinales que dan origen a los tejidos corporales, siendo endodermo, mesodermo y ectodermo respectivamente (Zerón, 2011). Los precursores de estas definiciones son Sheldon, quienes realizaron una investigación en 1940 que dio paso a la

ciencia conocida en la actualidad como biotipología, fundamento del deporte y de la antropometría.

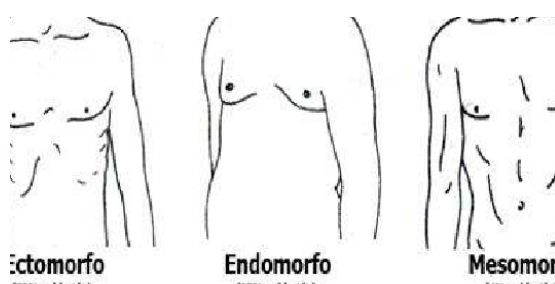
2.3 Somatotipo

El somatotipo es una valoración general de las características físicas de un individuo en un momento determinado de su vida, sujeto a cambios relativos al crecimiento, entrenamiento, la nutrición entre otros factores que determinan el fenotipo (López, 2007). Para el cálculo del somatotipo se emplean medidas antropométricas que permiten catalogar a cada individuo según tres componentes de su morfología: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Uno de los conceptos ampliamente usados, es el propuesto por Carter cuya estimación del somatotipo no tiene relación con la edad y se expresa en tres números, siempre en el orden de endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo respectivamente, correspondiendo el primero a la robustez grasa, el mesomorfismo a la corpulencia músculo-esquelética y el ectomorfismo a la esbeltez. De esta manera cada número representa la magnitud de los tres componentes corporales: grasa, músculo y delgadez.

Con respecto a los valores numéricos de cada componente se considera bajo de medio a dos y medio, moderado de tres a cinco, alto de cinco y medio a siete y muy alto mayor de siete y medio (Carter, 2002). La utilidad del somatotipo consiste en la comparación de las mediciones en el atleta e inclusive con otros deportistas, además que permite caracterizar poblaciones generalizadas, diagnosticar el potencial atlético y es la base de los estudios de fisiología del deporte (López, 2007).

Ilustración 1 Diferentes tipos de somatotipos



Fuente: Martínez, 2011

Se han descrito características para cada somatotipo, las cuales se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Tabla 1 Características de los diferentes somatotipos

SOMATOTIPO	CARACTERÍSTICAS
Mesomorfo	<ul style="list-style-type: none"> -Atlético, cuerpo musculoso -Morfología corporal variante según sexo: hombres- cuadrado, mujeres en "reloj de arena" -Buena postura corporal con piel de consistencia gruesa -Facilidad para la ganancia de tejido graso y muscular
Endomorfo	<ul style="list-style-type: none"> -Morfología corporal redondeada -Cuerpo blando -Poco desarrollo del tejido muscular, aunque tienen facilidad para

	aumentar este tipo de tejido -Dificultades para bajar de peso
Ectomorfo	-Aspecto frágil con pecho aplanado -Hombros pequeños, contextura delgada -Dificultad para la ganancia de tejido muscular y peso en general

Fuente: Sheldon, 1940

2.3 Cálculo del somatotipo

Existen tres métodos en la literatura para calcular el somatotipo de cada individuo, siendo estos (Carter, 2002):

2.3.1 Método antropométrico: basado en medidas corporales.

2.3.2 Método fotoscópico: con el uso de fotografías estandarizadas.

2.3.3 Método de antropometría y fotoscopia: se emplean tanto las medidas antropométricas como las fotografías estandarizadas.

2.4 Método de Health-Carter

Este método es el más utilizado para cálculos antropométricos en el área de atletismo y deportes en general, para el cual se requieren una serie de instrumentos tales como: balanza, estadiómetro, cinta métrica, calibre óseo y calibre para pliegues (López, 2007). Se deben realizar diez mediciones en

diferentes áreas anatómicas, preferiblemente en el hemicuerpo derecho, siendo estas:

Medidas Básicas:

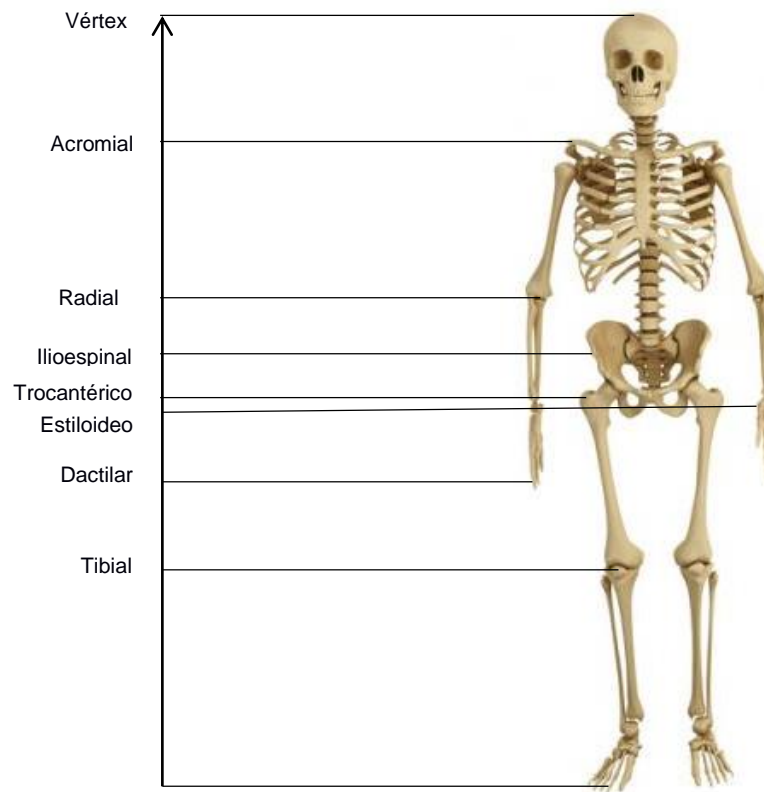
- *Peso (P)*: Se mide con una balanza sin que el sujeto vea el registro de la misma. Se anota su valor en kg, con al menos una décima de kilo.
- *Talla (T)*: Se mide con un tallímetro o un antropómetro. Es la distancia del suelo al vértex. El individuo debe colocarse con los talones y pies juntos en un ángulo de 45°. Los talones, glúteos, espalda y región occipital deben estar en contacto con el instrumento de medición. El registro se toma en cm.
- *Talla sentado (TS)*: Es la distancia desde donde está sentado el individuo hasta el vértex. El ángulo entre piernas y el tronco debe ser de 90°. Se realiza la medición en cm.
- *Envergadura*. Distancia entre extremos de los dedos medios de las manos con el sujeto de espalda contra la pared y los brazos extendidos a la altura de los hombros.

Alturas:

Para su medición se pueden referir a la figura 2, en la que se señala los lugares que serán tomados en cuenta para la obtención de las diferentes alturas.

- *Acromial (Ac)*: Es la distancia desde el punto acromial al plano de sustentación.
- *Radial (Rd)*: Es la distancia desde el punto radial al plano de sustentación.
- *Estiloidea (Et)*: Es la distancia desde el punto estiloideo al plano de sustentación
- *Dedal o Dactilar (Dd)*: Es la distancia desde el punto dedal medio al plano de sustentación.
- *Ileoespinal (Il)*: Es la distancia desde el punto ileoespinal al plano de sustentación. Ciertas ocasiones también se considera la longitud de la extremidad inferior.
- *Trocantérea (Tr)*: Es la distancia desde el punto trocantéreo al plano de sustentación.
- *Tibia lateral (Tb)*: Es la distancia desde el punto tibia lateral al plano de sustentación.
- *Maleolar Tibial (Mt)*: Es la distancia desde el punto maleolar tibial hacia el plano de sustentación.
- *Maleolar peroneal (Mp)*: Es la distancia desde el punto maleolar peroneal al plano de sustentación.

Figura 1 Alturas proyectadas desde el suelo

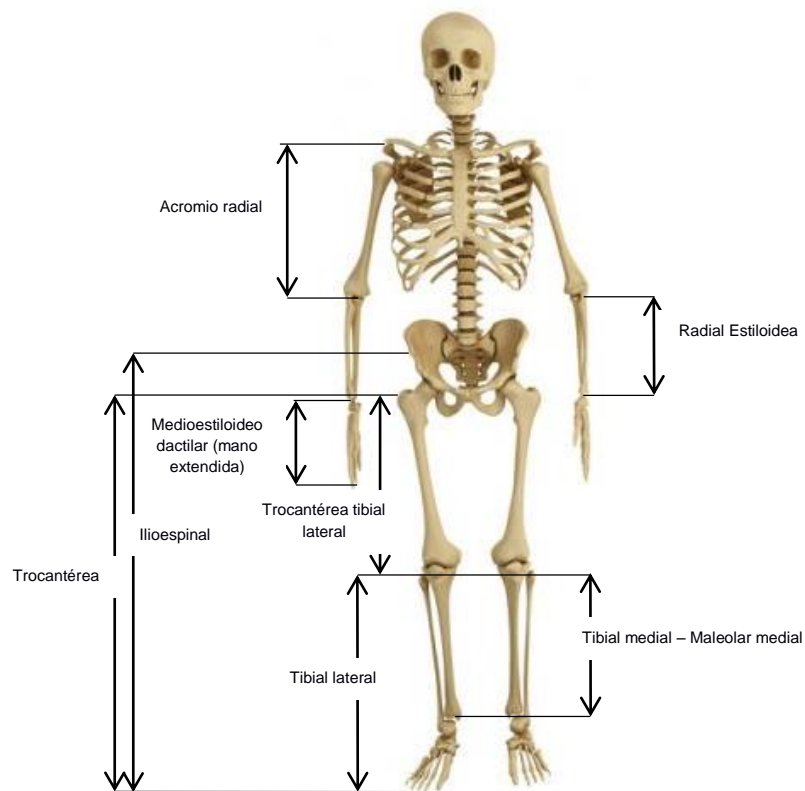


Fuente: Norton & Olds (2000)

Longitudes:

Empleando las diferentes alturas se pueden extraer indirectamente varias longitudes, aunque también pueden obtenerse indirectamente empleando el antropómetro (Figura 3). Las medidas son expresadas en cm.

Figura 2 Longitudes óseas



Fuente: Norton & Olds (2000)

Entre estas están:

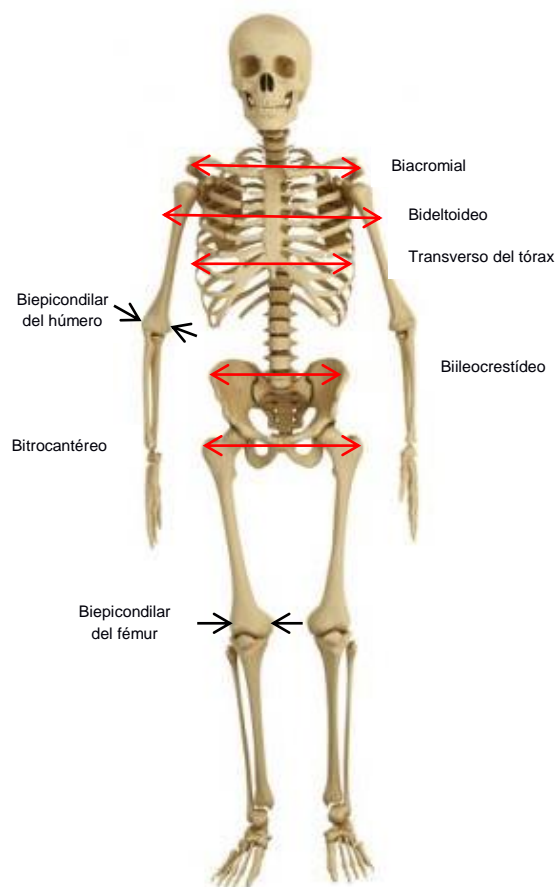
- Acromio-radial (longitud de brazos).
- Radial-estiloidea (longitud del antebrazo).
- Medioestiloidea-dactilar (longitud de la mano).
- Ilioespinal (longitud desde el punto ilioespinal hasta el piso, estando la persona de pie).
- Trocantérea
- Trocantérea- tibial lateral (longitud del muslo).
- Tibial lateral (longitud de la pierna).

- Tibial medial-maleolar medial (longitud de la tibia).
- Pie (distancia entre el dedo más sobresaliente del pie y el punto más posterior del talón).

Diámetros:

Se definen como la distancia entre dos puntos anatómicos. Están expresados en centímetros. Se las mide con un antropómetro, un gran compás o un paquímetro en función de su magnitud y localización (Figura 4).

Figura 3. Diámetros óseos



Fuente: Norton & Olds (2000)

- *Biacromial*: Es la distancia entre los puntos más laterales de las apófisis acromiales. Se toma por detrás del sujeto.
- *Transverso del Tórax*: Es la distancia entre los puntos más laterales del tórax a nivel de la cuarta costilla (punto mesoesternal). La medida se toma al final de una espiración normal, frente al individuo.
- *Antero Posterior del Tórax*: Es la distancia entre el punto mesoesternal del tórax y el proceso espinoso de la columna situado a ese nivel. La medida se toma en una espiración natural y el antropometrista se sitúa al lado derecho del sujeto.
- *Biileocrestídeo*: Es la distancia entre los puntos más laterales de los tubérculos ilíacos, en el borde superior de la cresta.
- *Bicondileo de Fémur*: Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. Para efectuar la medición el individuo debe estar sentado con una flexión de rodilla de 90° y el antropometrista se coloca delante de él.
- *Bimaleolar*: Es la distancia entre el punto maleolar tibial y peróneo. La medición se hace de manera oblicua.
- *Longitud del pie*
 - Humeral (distancia entre los epicóndilos del húmero).
 - Femoral (distancia entre los epicóndilos del fémur).
 - Muñeca (distancia entre las apófisis estiloides del radio y del cúbito).
 - Tobillo (distancia entre los maléolos tibial y del peroné).

Perímetro:

- Brazo relajado (al nivel de la línea media acromial-radial).
- Brazo flexionado en tensión máxima (con la cinta en la posición del perímetro máximo y cuando el individuo realiza la contracción máxima).
- Antebrazo (con el miembro extendido y a nivel del perímetro máximo).
- Tórax (a nivel de la marca mesoesternal).
- Cintura (en el punto más estrecho entre la última costilla y la cresta ilíaca).
- Cadera (en el nivel de perímetro máximo de los glúteos).
- Muslo máximo (se toma un centímetro por debajo del pliegue glúteo, perpendicular al eje longitudinal del muslo).
- Muslo medial.
- Pantorrilla.

Pliegues Cutáneos:

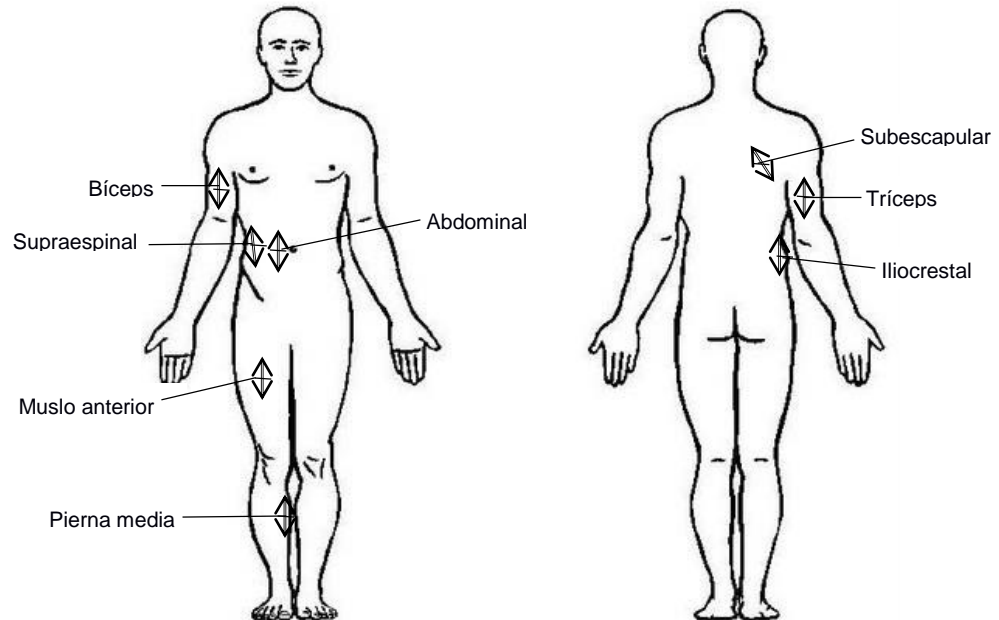
Son el reflejo del tejido subcutáneo del sujeto. Los pliegues se miden con plicómetro. Al momento de realizar las medidas se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo del plicómetro empleado: La precisión del plicómetro se fundamenta en la presión ejercida por las ramas que suele estar entre los 9 y 20 gr/mm², sin que varíe más de 2 gr/mm² entre los 2 y 40 mm.

- Localización del pliegue: Cuanto mayor sea el pliegue, la dificultad de realizar dos tomas similares también será mayor dado que la presión de las pinzas hace que el panículo adiposo sea distribuido en cada medición de manera diferente.
- Tamaño del pliegue: Se debe tomar únicamente el tejido subcutáneo, cerciorándose que no se haya tomado el tejido muscular, para lo cual se puede pedir al sujeto que contraiga y relaje el músculo. El plicómetro debe estar situado a 1cm de los dedos.
- Lectura de resultado: En el caso de los pliegues grandes, la lectura debe realizarse a los 2 segundos de la medición.
- Número de tomas realizadas: Se deben tomar entre dos a tres medidas, de las cuales posteriormente se tomará la media.
- Posicionamiento del Plicómetro: Tiene que formar 90° con el segmento donde se localiza el pliegue de medición.

Entre los pliegues más comunes están (Figura 5):

Figura 4 Localización de los pliegues y orientación de las ramas del plicómetro



Fuente: ISAK (2001)

- *Tricipital*: Localizado en el punto medio acromio-radial en la parte posterior del brazo. Es vertical y va paralelo al eje longitudinal del brazo.
- *Subescapular*: Localizado a 2cm del ángulo inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo y afuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal. Para medir este pliegue se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, se sitúa en este punto el dedo índice y se desplaza abajo el dedo pulgar rotándolo en sentido horario.

- *Bicipital:* Localizado en el punto medio acromio – radial, en la parte anterior del brazo. Es un pliegue vertical que corre paralelo al eje longitudinal del brazo.
- *Pectoral:* Localizado en la línea que une la axila con el pezón.
- *Pliegue Axilar Medio:* Localizado en la línea axilar media, a la altura de la quinta costilla
- *Ileocrestal:* Localizado justo encima de la cresta iliaca, en la línea medio axilar. El individuo debe colocar su mano derecha a través del pecho.
- *Supraespinal:* Localizado a 5-7 cm por encima de la espina iliaca anterosuperior
- *Abdominal:* Localizado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio.
- *Muslo Anterior:* Localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal en la rótula, en la cara anterior del muslo. Se puede medir este pliegue ya sea que el sujeto esté sentado o que esté extendiendo el pie apoyando la rodilla flexionada sobre un banco. Para la medición se debe considera que el cuádriceps esté relajado
- *Pierna medial:* Localizado a nivel de la zona donde el perímetro de la pierna es máximo, en su cara medial. Para la medición el individuo puede estar sentado o parado con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna relajada completamente.

La Sociedad Internacional de Avances Cineantropométricos (ISAK) divide al perfil antropométrico en dos esquemas de estudios. El uno está dirigido a un perfil restringido y el otro a un perfil más completo (Pancorbo, 2008).

PERFIL RESTRINGIDO

Este se compone de 17 dimensiones antropométricas:

- Peso
- Estatura
- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial.
- Cinco perímetros (circunferencias): brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, pierna (máxima).
- Dos diámetros óseos: húmero y fémur.

Una vez realizadas las mediciones descritas, se deben aplicar diferentes fórmulas para obtener los valores correspondientes a cada somatotipo (Carter, 2002), las cuales se presentan a continuación.

Ecuación ¡Error! Secuencia no especificada. Endomorfia

Ecuación 1

$$E = -0,7182 + (170,18/H) [0,1451 (X) - 0,00068 (x2) + 0,0000014 (X3)]$$

Dónde:

X: Suma de los pliegues tríceps, subescapular y suprailíaco (mm)

H: Estatura (cm)

[2.4.1]

Ecuación ¡Error! Secuencia no especificada. Mesomorfia

Ecuación 2

$$M = [(0,858 \text{ hu}) + (0,601 \text{ fe}) + (0,188 \text{ circunferencia del brazo corregida}) + (0,161 \text{ circunferencia de la pierna corregida})] - (H \cdot 0,131) + 4,50$$

Dónde:

hu: anchura biepicondilar del húmero, fe: anchura biepicondilar del fémur

H: estatura (cm)

La corrección de las circunferencias se realiza a partir de los pliegues cutáneos **[2.4.2]**

Fuente: López, 2007

Ecuación Ectomorfia

Ecuación 3

$$Ec = [(H / (W)^{1/3}) \cdot 0,732] - 28,58$$

Dónde:

H: estatura (cm)

W: peso (kg)

Sí $(H / (W)^{1/3})$ es $<40,75$ y $>38,25$ la ectomorfia se calcula de la siguiente manera:

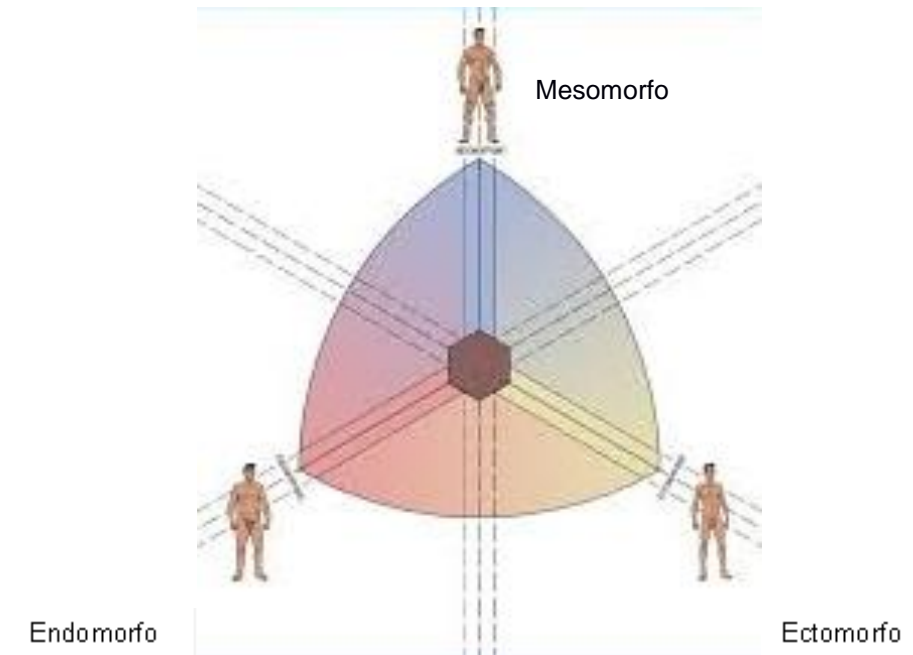
$$Ec = [(H / (W)^{1/3}) \cdot 0,463] - 17,63$$

Sí $(H / (W)^{1/3})$ es $\leq 38,25$ se le asigna el valor de 0,1 **[2.4.3]**

Fuente: López, 2007

La somatocarta representa gráficamente los somatotipos calculados con las ecuaciones previas, en un eje de coordenadas en el cual X corresponde a ectomorfia- endomorfia y Y: 2 (mesomorfia) – (endomorfia + ectomorfia) (López, 2007).

Ilustración 2 Método antropométrico de Health- Carter 1967 (Somatocarta)



Fuente: Lucero, 2014

2.5 Interpretación del somatotipo según el método de Health-Carter

López, 2007, describen las trece categorías obtenidas al calcular el somatotipo, siendo estas:

- 1. Central:** Ningún componente diferente en más de una unidad con respecto a los otros dos (López, 2007).
- 2. Endo-ectomórfico:** El endomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el mesomorfismo (López, 2007).

3. Endomorfismo balanceado: El endomorfismo es dominante y el mesomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5) (López, 2007).

4. Endo-mesomórfico: El endomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el ectomorfismo (López, 2007).

5. Endomorfo-mesomorfo: El endomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5), y el ectomorfismo es menor (López, 2007).

6. Meso-endomórfico: El mesomorfismo es dominante y el endomorfismo es mayor que el ectomorfismo (López, 2007).

7. Mesomorfismo balanceado: El mesomorfismo es dominante y el endomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difiere en más que 0.5) (López, 2007).

8. Meso-ectomórfico: El mesomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el endomorfismo (López, 2007).

9. Ectomorfo-mesomorfo: El ectomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5), y el endomorfismo es menor (López, 2007).

10. Ecto-mesomórfico: El ectomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el endomorfismo (López, 2007).

11. Ectomorfismo balanceado: El ectomorfismo es dominante; el endomorfismo y el mesomorfismo son iguales y menores (o no difieren en más que 0.5) (López, 2007).

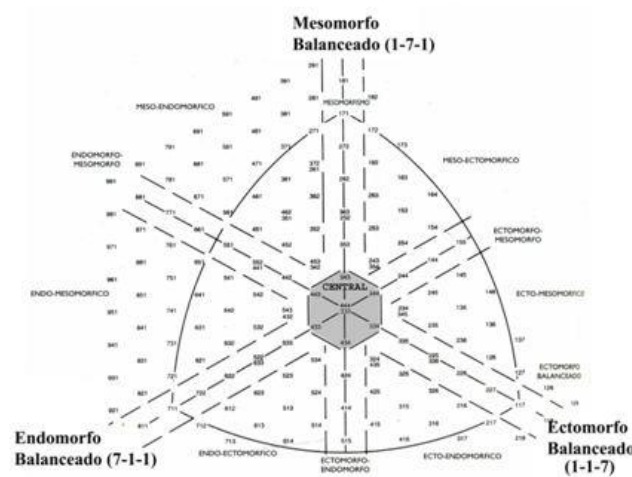
12. Ecto-endomórfico: El ectomorfismo es dominante, y el endomorfismo es mayor que el mesomorfismo (López, 2007).

13. Ectomorfo-endomorfo: El endomorfismo y el ectomorfismo son iguales (o no difieren en más que 0.5), y el mesomorfismo es menor (López, 2007).

En este orden de ideas, se resumen estas trece categorías en cuatro principales, según López:

1. **Central:** ningún componente difiere en más de una unidad con respecto a los otros dos.
2. **Endomorfo:** el endomorfismo es dominante, mesomorfismo y ectomorfismo son más de $\frac{1}{2}$ unidad (0.5) más pequeños.
3. **Mesomorfo:** el mesomorfismo es dominante, el endomorfismo y ectomorfismo son más de $\frac{1}{2}$ unidad (0,5) más pequeños.
4. **Ectomorfo:** el ectomorfismo es dominante, el endomorfismo y mesomorfismo son más de $\frac{1}{2}$ unidad (0,5) más pequeños.

Ilustración 3 Categorías de los somatotipos basadas en áreas de la Somatocarta



Fuente: López, 2007

2.6 Fisiología del triatleta de larga distancia

El correr triatlón de larga distancia provoca hiperventilación, aumento de la frecuencia cardíaca, disminución de la adherencia pulmonar e hipoxemia inducida por el ejercicio. Esto puede deberse a la intensidad del ejercicio, a la fatiga muscular ventilatoria, a la deshidratación, al daño de las fibras musculares, a un cambio en el metabolismo hacia la oxidación de las grasas y al agotamiento de las reservas de glucógeno (Millet, 2000).

Ante las desventajas que se citan anteriormente se plantea tres opciones de mejora fisiológica en el triatlón: la número uno es la VO_2 MAX que permite al organismo degradar mayor cantidad de glucógeno y de grasas, por lo tanto, obtener más energía. También es importante la intensidad a la que se

encuentra el Umbral Anaeróbico, ya que cuanto más elevado esté respecto al VO2MAX mayor cantidad de ejercicio aeróbico podrá realizar sin exceso de acumulación de residuos de ácido láctico (Burnley, 2007).

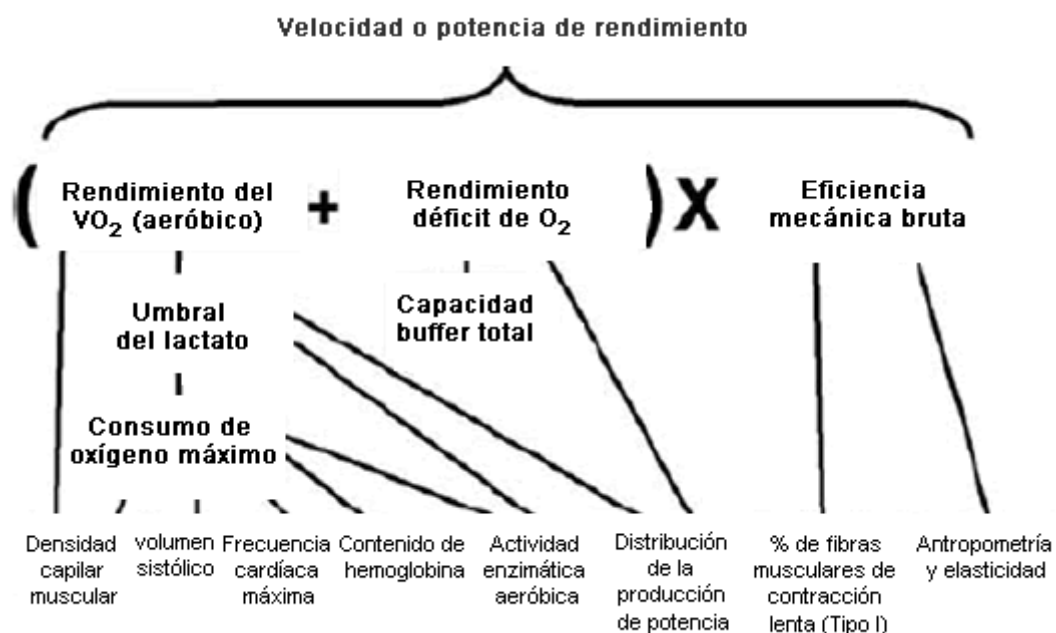
La segunda alternativa está relacionada con las adaptaciones a nivel periférico (aumento de la capilarización periférica, densidad mitocondrial, enzimas oxidativas, etc.) que tienen mayor influencia en la fracción del VO2max que se puede mantener durante un tiempo prolongado y cuyo marcador principal es el umbral de lactato. Estas adaptaciones tienen la particularidad de ser específicas para la actividad que se realiza, es decir que un umbral de lactato elevado en ciclismo no supone un umbral elevado en pedestismo y, mucho menos, nadando (Coyle, 2008).

La evolución en este caso es algo más lenta y son necesarios mayor cantidad de años de entrenamiento específico para maximizar estas adaptaciones. Pero dado que el umbral de lactato no puede ocurrir en el 100% del VO2max esto también tiene un techo luego de varios años en condiciones ideales de entrenamiento.

Y por último y no menos importante la mejora en la Eficiencia / Economía, es decir la capacidad de convertir esa energía sostenible por un período prolongado en velocidad de desplazamiento (por cuestiones técnicas en el caso del ciclismo es preferible hablar de potencia mecánica dado que la velocidad depende de una multiplicidad de otros factores) (Coyle, 2008).

Esta característica tiene una componente externo que sería la técnica de la disciplina, la de mayor importancia en deportes justamente “técnicos” como la natación. Pero también tiene una componente interno relacionado con la mayor eficiencia energética de las fibras de contracción lenta frente a las de contracción rápida y la distribución del esfuerzo en un grupo mayor de fibras musculares (de gran importancia en el ciclismo) y las características visco-elásticas de la estructura músculo-tendinosa (de gran importancia en la carrera). Existe evidencia que puede seguir mejorando luego de 4-5 años de entrenamiento específico.

Figura 5 Esquema de los numerosos factores fisiológicos que interaccionan como determinantes de la velocidad de rendimiento o producción de potencia (Coyle, 2008).



CAPITULO III

3.1 JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGIA

Las características somatotípicas que definen el rendimiento en los atletas de triatlones han sido estudiadas en poblaciones europeas como en deportistas de disciplinas como fútbol, ciclismo, voleibol, entre otros. Existe gran interés en conocer cuáles son los elementos que definirán un mayor o menos rendimiento en las competencias a fin de afianzar y/o fortalecer a estos parámetros para obtener cada vez mejores resultados en las competencias.

Entre las variables consideradas como determinantes para el rendimiento, se encuentran el somatotipo, el entrenamiento e inclusive la edad, fundamentado en estudios prospectivos realizados en atletas de las diferentes disciplinas deportivas, en los cuales concluyen que la composición muscular, ósea y la distribución de la grasa corporal se relacionan con la edad (Andreenko, 2015), coadyuvando a una disminución del somatotipo ectomorfo. Además, evidencian que los hombres de 50 años tienden a ser más mesomórficos que los de 30 años de edad, con mayor tejido muscular que grasa, ya que este deporte, el triatlón de larga distancia la mayoría de deportistas comienzan a practicarlo en la tercera década de vida y conforme va avanzando su edad van desarrollando su somatotipo a mesomórfico.

Existe poco registro de los costos que implican el entrenamiento y la participación en competencias como las de Ironman, no obstante se estima que estos gastos son cuantiosos desde la capacitación para la competencia, la compra de ropa y demás implementos necesarios hasta la inscripción (Manzoni, 2016). De manera que la participación en estas competencias supone un gran esfuerzo físico, mental y monetario para cada atleta, siendo relevante tener un entrenamiento aunado a condiciones físicas óptimas que garanticen un rendimiento promedio o superior a este a la hora de realizar las diferentes disciplinas deportivas.

Al determinar las variables influyentes en la capacidad de un triatleta para lograr una competencia específica, como el Ironman 70.3, siendo una de las competencias más reconocidas a nivel mundial, con gran impacto deportivo, social y económico en cada nación donde se lleva a cabo, se favorece los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento y satisfacción de estos participantes sobre su desempeño. Así mismo, representará una inversión idónea en aspectos como velocidad y volumen de entrenamiento así como en lograr somatotipos acordes a mayor rendimiento como el mesomórfico que se traduzcan en resultados medibles en tiempo para cumplir el triatlón.

3. 2 METODOLOGÍA

3.2.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años se ha desarrollado un interés creciente en la práctica de deportes que supongan un gran esfuerzo físico y mental, como los triatlones siendo el Ironman el más conocido mundialmente. Año tras año se realizan estas competencias en diferentes latitudes (WTC, 2016), desde países europeos, africanos hasta sudamericanos en los cuales se llevan a cabo los Ironman completos o los 70.3 conocidos como medio Ironman respectivamente.

Estas competencias como Ironman representan una complejidad de procesos para su preparación y desarrollo, requiriendo entrenamientos continuos en tres áreas: ciclismo, natación y atletismo. Se ha estudiado la correlación entre el desempeño de cada atleta en las diferentes disciplinas, evidenciando que no siempre el logro de una de ellas, garantizará en éxito en las dos restantes (Guillen, 2015), principalmente cuando se trata de natación y atletismo, siendo ésta última la decisoria para el rendimiento final en la competencia.

Se han realizado estudios para identificar cuáles son las características físicas favorables que presentan los ganadores de estos triatlones, así como las diferencias en cuanto al volumen, velocidad de los entrenamientos, principalmente de atletismo (Brunkhorst, 2013), así como el conjunto de medidas antropométricas representadas por el somatotipo que parece ser dominante en el rendimiento de los triatletas. No obstante, se ha reportado en ciclistas y triatletas que la antropometría no es determinante en el desempeño de los mismos, teniendo en cuenta otros parámetros como la disciplina y el talento innato.

El somatotipo ha sido considerado como predictor de rendimiento, sobre todo el ectomórfico que se ha relacionado con el tiempo total de la carrera y el desempeño en el área de carrera (Kandel, 2014). En cuanto a características demográficas, en el estudio de Rust et al., donde estudiaron a 1594 atletas de 34 países del mundo, evidenciando que los atletas de Noruega y Alemania eran los más rápidos, con diferencias en género siendo las mujeres más lentas que los hombres y los franceses más rápidos en la natación.

Basado en lo descrito en el estudio de Rust et al., las características demográficas como sexo y procedencia influyen en el tiempo para lograr las diferentes disciplinas de un triatlón, de manera que los hallazgos en un

grupo poblacional como el europeo presenta diferencias considerables con atletas suramericanos, así la competencia tenga la misma estructuración en cuanto a tiempo, deportes e intensidad de los mismos.

Considerando que existen variables estrechamente relacionadas con el rendimiento final de los atletas en triatlones como Ironman, entre ellas somatotipo, entrenamiento, edad y procedencia surge la interrogante de conocer si esta correlación también se evidencia en atletas suramericanos, como los ecuatorianos participantes del Ironman 70.3, de manera que se plantea la siguiente interrogante de investigación:

¿El somatotipo de los atletas ecuatorianos participantes en triatlones de larga distancia, está relacionado con el rendimiento final en estas competencias?

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 Objetivo General

Determinar la relación entre el somatotipo y el rendimiento de los triatletas ecuatorianos de larga distancia de 18 a 49 años en el periodo comprendido entre 01/2015 a 06/2016.

3.2.2.2 Objetivos específicos:

1. Caracterizar el somatotipo y rendimiento de los triatletas participantes en el estudio.
2. Identificar las medidas antropométricas y el rendimiento en las pruebas de triatlón de los participantes en el estudio.
3. Analizar la relación entre el somatotipo y el rendimiento de los triatletas ecuatorianos participantes en el estudio.

3.3 HIPÓTESIS

El somatotipo de los triatletas ecuatorianos, tendrá relación con su rendimiento en las competencias.

3.3.1 Operacionalización de variables

Variable dependiente: Rendimiento en el triatlón.

Variables independientes: Somatotipo.

Variables intervinientes: Condiciones climáticas del lugar del Ironman

Tabla 2 Operacionalización de las variables en estudio

VARIABLES	TIPO	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR
Edad	Cuantitativa discreta	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	-18 a 49 años	Años
Sexo	Cualitativa dicotómica	Acorde al sexo biológico	-Femenino -Masculino	Género correspondiente
Somatotipo	Cuantitativa continua	Perfil del atleta según la composición y conformación de su cuerpo	-Pliegues corporales -Diámetros óseos -Perímetro muscular	Endomorfo Mesomorfo Ectomorfo
Entrenamiento	Cuantitativa continua	Tiempo dedicado a la capacitación física para la competencia	-Duración: tiempo de entrenamiento diario y semanal de: natación, ciclismo, trote -Intensidad (aeróbico y anaeróbico) -Frecuencia (número de veces de entrenamiento a la semana) -Número de sesiones (cantidad de sesiones de entrenamiento a la semana)	Tiempo en horas
Rendimiento	Cuantitativa continua	Periodo de tiempo para lograr cada disciplina del triatlón	-Natación -Ciclismo -Trote Transición -Duración total del concurso	Tiempo en minutos

Fuente: Elaborado por Dr. Carlos Zamora, 2016.

3.4 Materiales y métodos

La población en estudio corresponde a los triatletas ecuatorianos que participaron en un triatlón de larga distancia en el periodo comprendido entre 01/2015 al 06/2016, siendo un muestreo no probabilístico intencional, a conveniencia del investigador. Se consideran criterios de inclusión y exclusión para la muestra seleccionada, los cuales se describen a continuación.

3.5 Criterios de inclusión:

- Todos los triatletas ecuatorianos que hayan participado en un triatlón de larga distancia en el periodo comprendido entre 01/2015 al 06/2016.
- Atletas con edades comprendidas entre 18 y 49 años de edad.

3.6 Criterios de exclusión:

- Triatletas ecuatorianos que no hayan participado en un triatlón de larga distancia en el periodo comprendido entre 01/2015 al 06/2016.

3.7 Muestra

El estudio se realizó con 52 triatletas, de ellos 42 eran hombres y 10 mujeres que compitieron en un medio Ironman en el periodo comprendido entre enero de 2015 y junio de 2016. En primer lugar se contactaron a los participantes por Facebook y se les comunicó sobre el estudio que se iba a realizar. Si accedían se les invitaba al consultorio médico a realizarse la antropometría. Antes de realizar el examen antropométrico se les indicaba

que lean el consentimiento y si están de acuerdo proseguíamos con el estudio. Se tomaron once dimensiones antropométricas de acuerdo con el protocolo del somatotipo de Heath-Carter (Carter, 2002). Las mediciones se realizaron siete días previos a los eventos de competencia. Y se las realizó según las normas de la Sociedad Internacional para el adelanto de la Cineantropometría (ISAK).

Se tomaron seis pliegues cutáneos con un Plicómetro Polar (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medial, pierna medial), tres diámetros óseos (bicondíleo húmero, fémur, muñeca) con una Pinza Campbell (Rosscraft), y dos perímetros de las extremidades (brazo en contracción y se tensó, la pantorrilla) con una cinta metálica (Rosscraft, Canadá). Todas las medidas antropométricas se tomaron dos veces, excepto la estatura y el peso. Para el cálculo, el duplicado de las mediciones se promedia y se obtiene el valor de la medición.

El cálculo del somatotipo de cada individuo fue hecha por un software en Excel basada en las ecuaciones publicadas por Heath y Carter (Carter, 2002).

Para obtener información acerca del entrenamiento y el historial de las carreras realizadas anteriormente de los triatletas que participan en el estudio, se realizó un pequeño cuestionario sobre la frecuencia (cuantos días a la semana), intensidad (aeróbica y anaeróbica) y carga horaria de los entrenamientos.

Para verificar los tiempos de clasificación tanto de la natación, ciclismo, atletismo, de las transiciones y el tiempo total realizado en la prueba de cada

uno de los triatletas está registrado y fue proporcionado por la organización Ironman en su página web.

De acuerdo con la declaración de Helsinki sobre los principios éticos para la investigación médica en sujetos humanos, los participantes estaban recibiendo la plena protección de privacidad y fueron capaces de retirar su participación de esta investigación en cualquier momento. Confirmaron el permiso para utilizar sus datos mediante la firma en el consentimiento informado.

Todos los datos fueron sometidos a un análisis estadístico en EPI INFO versión 7.2.0.1.

3.8 ASPECTOS BIOÉTICOS

Las investigaciones en seres humanos ameritan del cumplimiento de normas internacionalmente establecidas sobre bioética, principalmente cuando se trata de estudios correlacionales que implican la intervención de personas, en este caso atletas, para la toma de medidas antropométricas y su posterior uso con fines científicos. Basado en lo expuesto anteriormente, se solicitará la firma del consentimiento informado pautado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) como requisito indispensable para investigaciones como la presente, y dando cumplimiento del resto de normativas existente en Ecuador sobre investigaciones científicas en salud.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

52 triatletas de larga distancia de ambos sexos, comprendidos entre los 18 y 49 años fueron considerados en esta investigación, una vez que firmaron el consentimiento informado donde se les explicaba la participación en el presente estudio. La media de edad de los participantes fue 36,87 años, de los cuales 10 fueron mujeres y 42 hombres. El promedio de edad, talla y peso en las mujeres fue de 35.49 años, 160.8 cm y 57.97 kg; y, para los hombres fue de 37.21 años, 172.06 cm y 71 kg.

Dentro del grupo de triatletas estudiados la mayoría dedica tiempo laboral entre 9 a 12 horas diarias, por lo que nos relataron que al menos entrenan una vez al día. Se les fue consultada su rutina de entrenamiento, la cual en su mayor parte entrena 2 veces a la semana cada deporte, es decir que tenían 6 sesiones de entrenamiento semanal y un día de descanso. En las mujeres el promedio de frecuencia semanal de entrenamiento fue de 6.4 sesiones con un tiempo promedio de 9 horas 36 minutos; y, en los hombres 6.36 sesiones y 9 horas 32 minutos. Siendo los fines de semana donde más tiempo diario ocupaban para practicar los deportes de atletismo y ciclismo es decir recorrían distancias de mayor kilometraje que en el ámbito deportivo se las conocen como las “largas”.

En cuanto a la experiencia de haber realizado triatlones de larga distancia hubieron personas que tenían solo una competencia, sin embargo el

promedio de competencias realizadas en las mujeres fue de 3.5 triatlones de 113km; y, en los hombres el promedio fue de 4.14 en competencias de 113km realizadas anteriormente.

Los promedios de las variables evaluadas de ambos grupos se demuestran en la tabla 3.

Tabla 3 Promedio de las variables entre mujeres y hombres triatletas

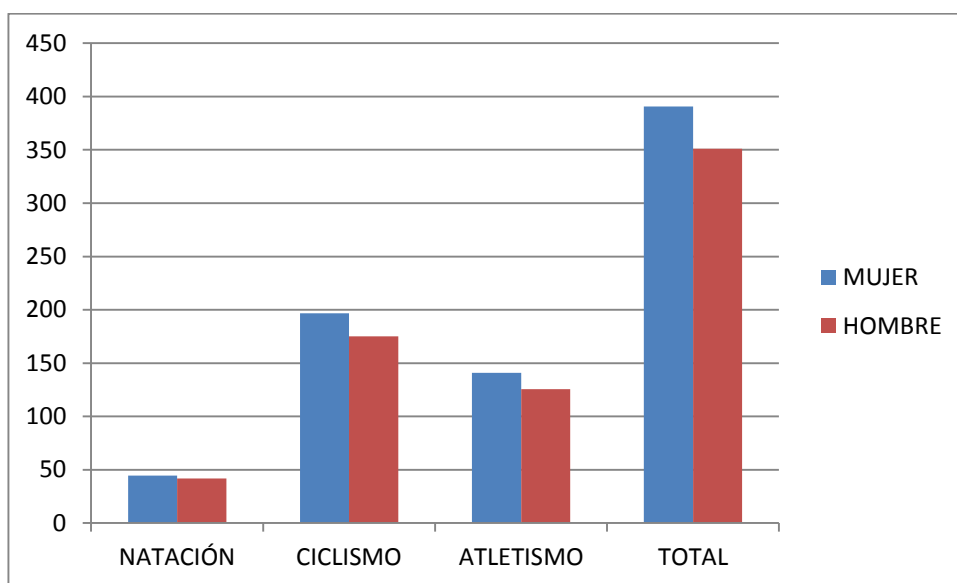
Variable	Mujeres	Hombres
Edad	35.49 años	37.21 años
Sexo	10	42
Endomorfo (unidad)	4.50	3,65
Mesomorfo (unidad)	3,05	3,67
Ectomorfo (unidad)	1.91	1.91
Competencias anteriores	3.5	4.14
Natacion 1.9km (min)	44.66 min	41.76 min
Ciclismo 90km (min)	196.68 min	175.21 min
Atletismo 21km (min)	140.80 min	125.56 min
Tiempo Triatlón (min)	390.64 min	350.98 min
Tiempo de entrenamiento semanal (min)	576 min	572.14 min

Realizado por Carlos Zamora.

En la tabla 3 se observa que solo se tienen diez participantes mujeres, es porque recién el sexo femenino se está abriendo campo en este deporte como ocurre en la mayoría de las actividades deportivas. En cuanto a lo que se refiere a la antropometría a las mujeres les correspondía un somatotipo

de 4.5 endomorfo, 3.0 mesomorfo, 1.9 ecomorfo, lo que se traduce en endomesomorfismo; en el hombre el valor somatotípico es de 3.6 endomorfo, 3.6 mesomorfo, 1.9 ectomorfo, lo que corresponde a un somatotipo endomorfomesomorfo.

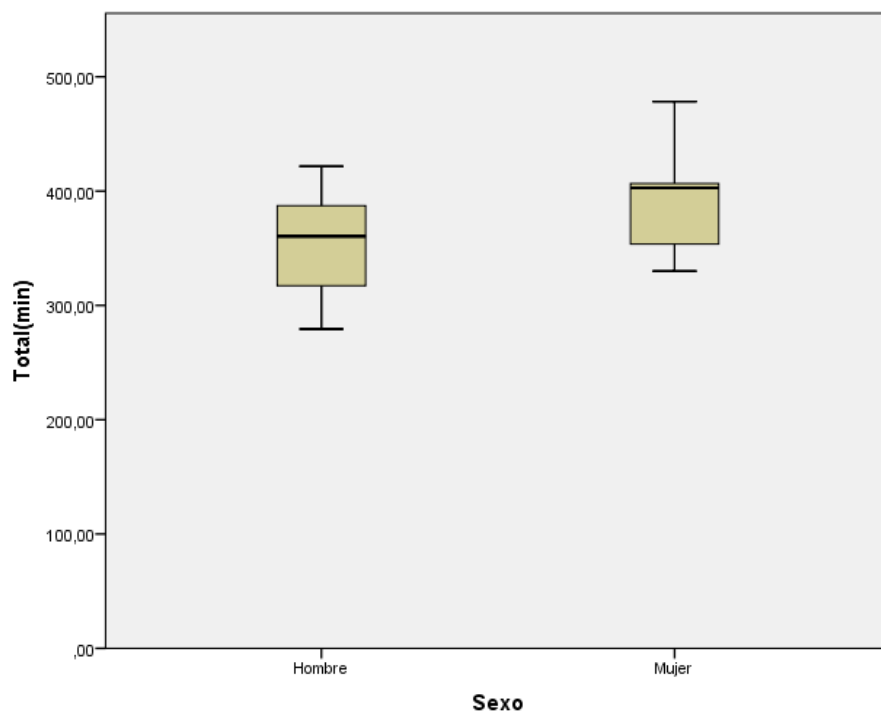
Gráfico 1 Tiempo de las diferentes disciplinas del triatlón y sexo



Realizado por Carlos Zamora.

En lo que se refiere a tiempos en las diferentes disciplinas que abarca el triatlón los tiempos son mejores en los hombres que el de las mujeres, siendo en la natación 41,7 vs. 44.6 minutos; ciclismo 175.2 vs.196.6 minutos; y, atletismo 125.5 vs. 140.8 minutos para dar un total 350.9 vs. 390.6 minutos respectivamente.

Gráfico 2 Tiempo de la competencia por sexo



$t=-2.56$, $p=0.013$
Fuente SPSS

En el grafico 2 se observa con el número 1 a los hombres y sus respectivos tiempos en la competencia, mientras con el número 2 a las mujeres, se observa que el tiempo promedio de los hombres es menor que el de las mujeres ($p=0.013335$)

Tabla 3 Promedio de las variables somatotípicas de los triatletas

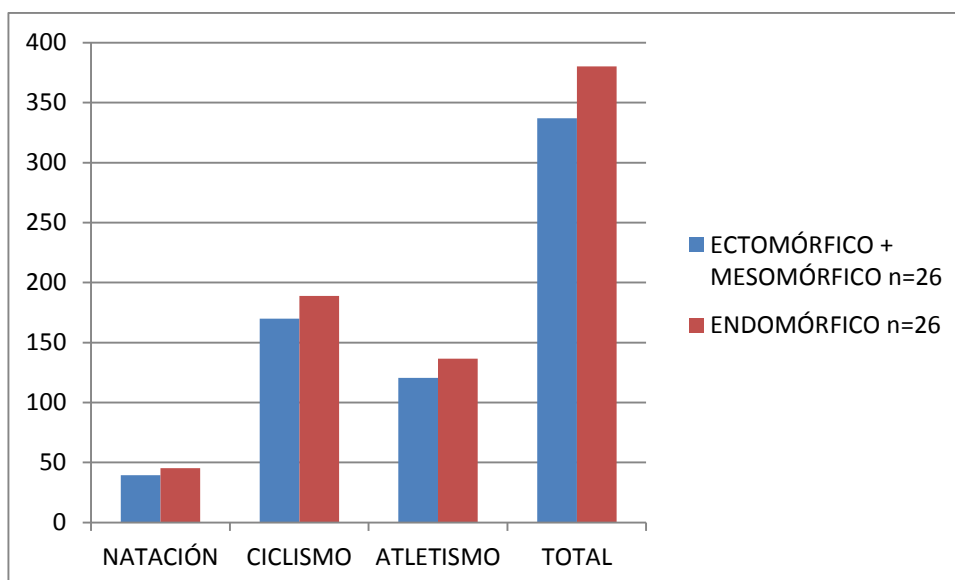
VARIABLES	BIOTIPO		t de Student (p)
	ECTOMÓRFICO + MESOMÓRFICO n=26 PROMEDIO (DS)	ENDOMÓRFICO n=26 PROMEDIO (DS)	
NATACIÓN	39.39 (6.6)	45.24 (5.51)	3.47 (0.0011)
CICLISMO	169.79 (15.58)	188.88 (16.12)	4.34 (0.0001)

ATLETISMO	120.56 (26.86)	136.41 (19.01)	2.45 (0.0176)
TOTAL	336.91 (46.17)	380.3 (35.43)	3.8 (0.0004)

Realizado por Carlos Zamora.

En el estudio antropométrico que se les realizó a los 52 triatletas reflejó que 26 participantes eran endomórficos y los otros 26 eran ectomórficos o mesomórficos. Se comparó estos dos grupos en la tabla 4 por medio de análisis estadístico paramétrico utilizando la t de student que compara las medias de los diferentes valores obtenidos entre los grupos estudiados en el triatlón. Los tiempos obtenidos en las diferentes disciplinas del triatlón en el grupo ectomorfo + mesomorfo son estadísticamente menores al del grupo de endomórfico.

Gráfico 3. Tiempo de competencia y los diferentes somatotipos estudiados



Realizado por Carlos Zamora.

En el gráfico 3 se puede observar que en la natación el tiempo del endomórfico de 45.24 minutos vs. los 39.39 minutos del ectomorfo +

mesomorfo ($p=0.0011$); en el ciclismo el tiempo del endomórfico de 188.88 minutos vs. los 169.79 minutos del ectomorfo + mesomorfo ($p=0.0001$); en el atletismo el tiempo del endomórfico de 136.41 minutos vs. los 120.56 minutos del ectomorfo + mesomorfo ($p=0.0176$); para dar un total de 380.3 minutos para el grupo endomórfico vs. los 336.91 minutos del grupo ectomorfo + mesomorfo ($p=0.0004$).

Gráfico 4

SOMATOCARTA DEL ESTUDIO

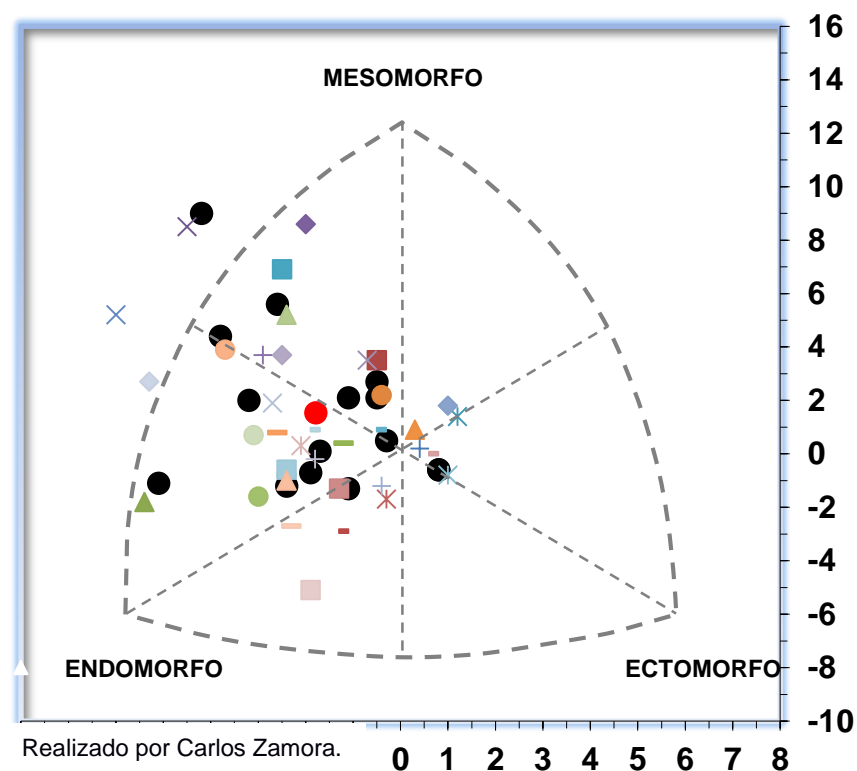
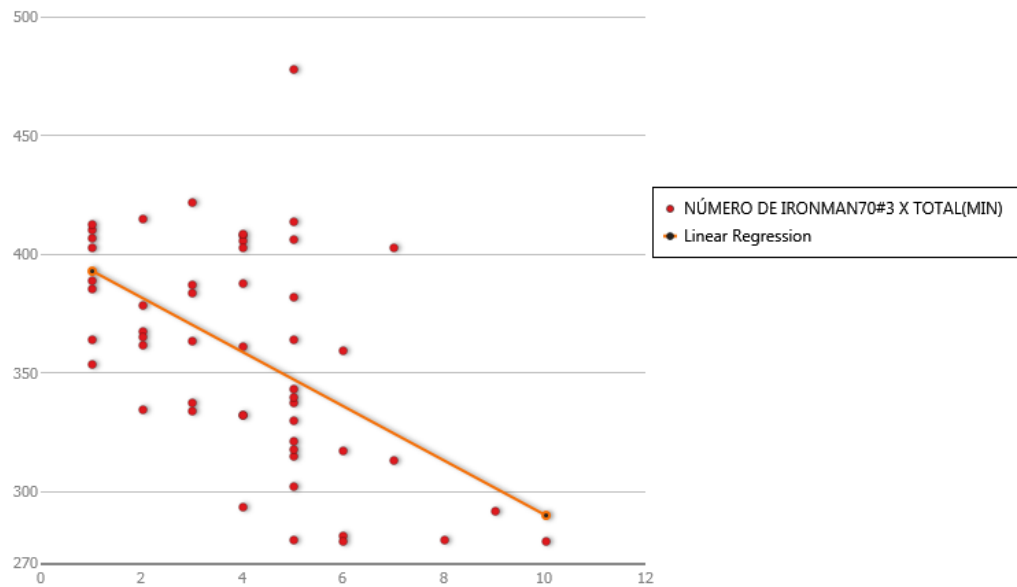


Gráfico 5. Número de Ironman 70.3 y tiempo total de competencia

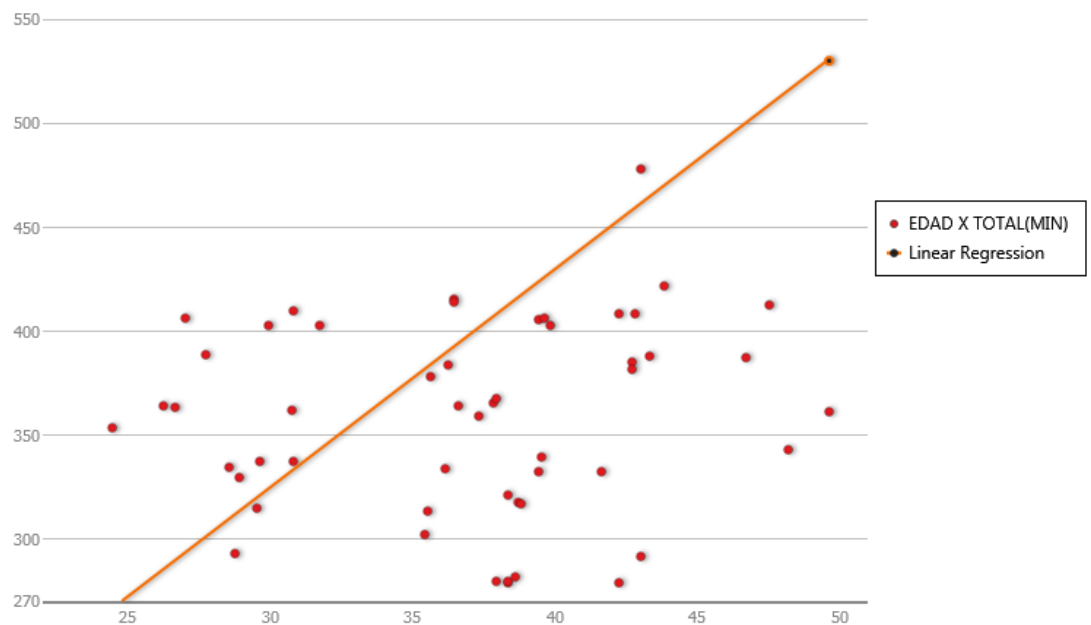
Equation: $Y = (-11,4350)X + 404,5681$



F=18.66, p=0.000074 CCr2=0.27
Fuente Epi Info v7.0.2

Con respecto al gráfico 5 en el que se relaciona el número de competencias de triatlón de 113km realizadas anteriormente y el desempeño en la competencia se observa que mientras más experiencia tenga el deportista menos tiempo realiza en la prueba (p=0.000074).

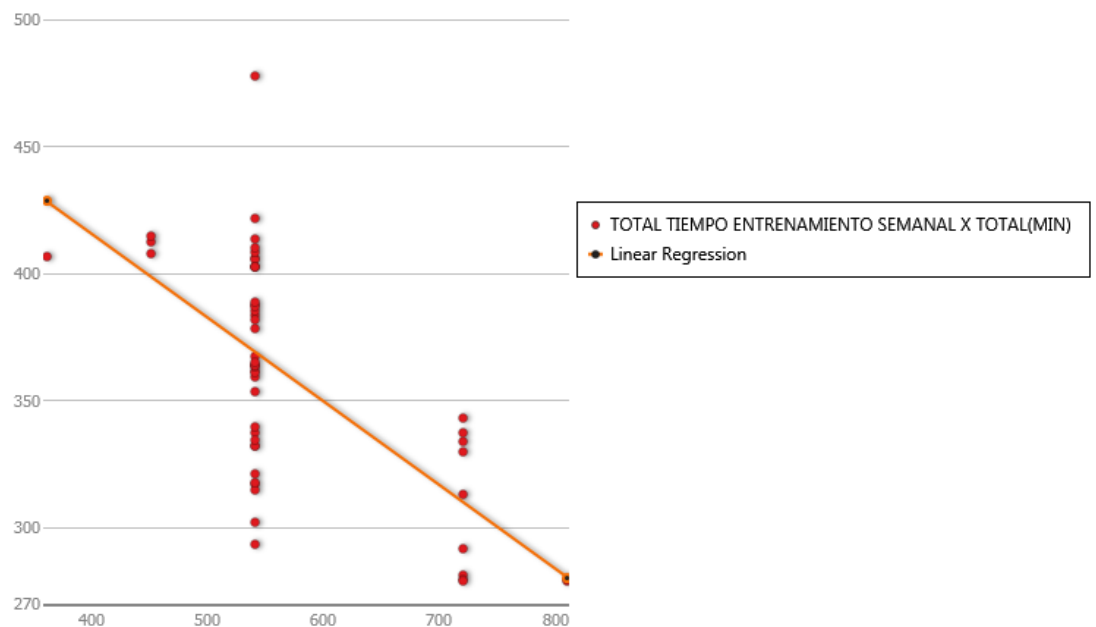
Gráfico 6. Edad y tiempo total en la competencia



F=0.6121, p=0.4377 CCr2=0.01209
Fuente Epi Info v7.0.2

En el gráfico 6 se observa que hay una tendencia de que mientras más edad tenga más tiempo le toma al deportista en acabar la competencia pero esto no es estadísticamente significativo ($p=0.4377$) lo que quiere decir que la edad no interviene en el tiempo final.

Gráfico 7. Tiempo de entrenamiento y tiempo total de la competencia



F=0.4422, p=0.5091 CCr2=0.008767
Fuente Epi Info v7.0.2

Con respecto al gráfico 7 se observa que mientras más tiempo entrena el triatleta menor tiempo obtiene en la competencia. Sin embargo esto no es estadísticamente significativo ($p=0.5091$), lo que quiere decir que en el estudio la variable tiempo de entrenamiento semanal no influye en el tiempo de competencia.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En los deportes que se requieren un componente físico importante, que no sólo se basan en los principios de entrenamiento, sino también en la forma y la composición del cuerpo, ya que estos juegan un papel importante en el desarrollo de la actividad. Hay una considerable evidencia de que el somatotipo de una persona y el rendimiento están relacionados (Carter y Heath, 2002). Un triatlón de larga distancia como el medio Ironman es una disciplina que se compone de 1,9 kilómetros de natación, 90 km de ciclismo contrarreloj y 21,1 km de carrera (Babbit, 2003).

Estudios antropométricos demostraron que existen diferencias somatotípicas entre nadadores, ciclistas y corredores (Carter, 2002).

El objetivo de este estudio era corroborar los estudios preexistentes sobre el somatotipo y el rendimiento en triatletas de larga distancia.

Se analizó las cinco variables que se utilizaron en el cuestionario del estudio de las cuales tres variables indican que son estadísticamente significativas comparado con el resto, estas son: el sexo, el somatotipo y el número de competencias de triatlón de 113km realizadas anteriormente.

La variable sexo en relación con el tiempo final de competencia indica que los hombres culminan en menor tiempo la distancia final que las mujeres. Las mayores diferencias entre hombres y mujeres es que ellas tienen tallas inferiores, diámetros más pequeños, mayor porcentaje de grasa, menos masa muscular (30-35 % frente al 40-45% de la de los hombres),

hiperlaxitud ligamentosa, un corazón más pequeño (menor volumen sistólico y mayor frecuencia cardíaca). La mujer, presenta menor capacidad vital (3.200 ml por 4.800ml de los hombres) y un menor volumen ventilatorio máximo (4.200 ml por 6.000 ml los hombres) (Pancorbo, 2008).

La segunda variable analizada es el somatotipo del triatleta y el tiempo final que realizó en la competencia. A pesar de que una carrera de Medio Ironman consta de tres disciplinas deportivas, el peso de estos tres deportes no es equilibrado. La parte de la natación no es sólo la más corta en distancia y tiempo, también tiene el menor impacto sobre el tiempo total de carrera. En porcentajes: la natación fue en promedio del 11% en comparación con el 50% del ciclismo y del 39% del atletismo.

Se formaron para fines prácticos dos grupos: el endomorfo que consta de 26 deportistas y el ectomorfo más mesomorfo que constó del mismo número de triatletas. Se observó que el grupo endomorfo realizó el triatlón en mayor tiempo que el otro grupo de estudio. Ya que al tener mayor impacto el ciclismo y el atletismo genera mayor pérdida de la economía y eficiencia corporal; la eficiencia se relaciona con la producción de calor, por lo que si aparece después la producción excesiva de éste, la deshidratación y saturación de los sistemas llegará más tarde (Sanchiz, 2015). Se demuestra que la endomorfia es un predictor importante en el tiempo final de la carrera (Kandel, 2013).

La última variable estadísticamente significativa es la experiencia anterior en competencias de medio Ironman, en la que se observa que mientras mayor número de triatlones realizados menor es el tiempo de la prueba estudiada (Kandel, 2013).

Las otras dos variables estudiadas en este estudio fueron el tiempo de entrenamiento semanal y la edad en relación con el tiempo final de la competencia. Y a pesar de que en los gráficos correspondientes a estas variables se observa una tendencia a que mayor entrenamiento menor tiempo final, así como a mayor edad mayor tiempo esto no fue estadísticamente significativo y se corroboran con los artículos estudiados (Kandel, 2013).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El somatotipo en los triatletas ecuatorianos entre 18 a 49 años en el periodo enero 2015 a junio 2016 fue un factor predisponente para realizar menor tiempo en las competencias de triatlón de 113km, los atletas que presentaron el biotipo endomorfo terminaron el triatlón con mayores tiempos que los somatotipos ectomorfo y mesomorfo.
- El número de medio Ironman realizados anteriormente también fue un factor para que los triatletas realicen menor tiempo en la competencia.
- Los hombres por su fisiología realizan las competencias de triatlón en menor tiempo que las mujeres.
- La edad no es una variable que influya en el tiempo final de la prueba.
- El tiempo de entrenamiento en los triatletas estudiados no determina una reducción significativa en el resultado de la prueba.

6.2 Recomendaciones

- Existe la necesidad real de la presencia de médicos deportólogos en los diferentes equipos deportivos del país sean profesionales o amateurs, para evaluar el adecuado desarrollo físico y antropométrico así como darle el seguimiento y la evaluación periódica para poder prevenir lesiones y elevar el nivel de los deportistas.
- Los triatletas deberán concientizar que para mejorar su rendimiento en las pruebas de medio Ironman necesitarán realizarse

antropometrías periódicas para poder bajar el nivel de endomorfia y subir los otros somatotipos

- Se debe realizar un nuevo estudio considerando que en el país existe esta competencia de medio Ironman en la ciudad de Manta para que los triatletas evaluados se expongan a las mismas características climáticas, de altimetría, de humedad, de calor, de logística, etc..

BIBLIOGRAFÍA

- Anthropometric, morphological and somatotype characteristic of athletics of the Brazilian men's volleyball team: a 11 year descriptive study. (2013). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 15(2), 184-192.
- Acosta, D., & García, O. (2013). La cineantropometría aplicada al deporte de alta competición. *Rev Cub Med Dep & Cul Fis*, 8(3).
- Andreenko, E., & Mladenova, S. (2015). Changes in somatotype characteristics in the middle-aged Bulgarian men. *Nutr Hosp*, 32(6), 2910-2915.
- Brown, M., Mayhew, J., & Boleach, L. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 173-80.
- Brunkhorst, L., & Kielstein, H. (2013). COMPARISON OF ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS BETWEEN PROFESSIONAL TRIATHLETES AND CYCLISTS. *Biology of Sport*, 30(4).
- Cabrera, J., Smith, D., & Byrd, R. (1977). Cardiovascular adaptations in Puerto Rican basketball players during a 14-week session. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 17., 173–180.
- Calafat, D. C. (2007). Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT*, 92 - 98.
- Calvo, A. L. (2004). Entrenamiento de la Fuerza en Baloncesto. Madrid.
- Carter, J. (2002). *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype*. Somatotype Instruction Manual , San Diego State University, Department of Exercise and Nutritional Sciences, San Diego.
- Chapier, V., Distefano, A., Ojeda, N., & Ramos, M. (2004). Cineantropometría en jugadores de basquet. *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina- N° 139*, 20-23.
- Chicharro., J. L. (2006). *Fisiología del Ejercicio Tercera Edición*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 54, 5-10.
- Conlee, R., McGown, C., Fisher, A., Dalsky, G., & Robinson, K. (1982). Physiological effects of power volleyball. *The Physician and Sportsmedicine*, 93-97.

- Dal Monte, A., Gallozi, C., Lupo, S., Marcos, E., & Menchinelli, C. (1987). Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts. XXIV*, (págs. 243-251).
- Donis, J. (2013). Tipos de los diseños de estudios clínicos y epidemiológicos. *Avances en biomedicina*, 2(2), 76-99.
- Farrel, P. A. (2012). *ACSM's Advanced Exercise Physiology*. China: Lippincott Williams & Wilkins.
- Forbes, G. (1987). Human Body Composition (Growth, Aging, Nutrition and Activity). *Springer - Verlag*.
- Fox, E., & Mathews, D. (1974). *Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness*. Philadelphia: Saunders.
- Fox, E., Bartels, R., Billings, C., Mathews, D., Bason, R., & Webb, W. (1973). Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power. *Medicine and Science in Sports*, 18-22.
- Franco, L. (1988). Fisiología del baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte. Volumen XV. Número 68*, 479-483.
- Franco, L., & Rubio, F. (1977). Baloncesto femenino: división de honor española. Valoración antropométrica y funcional por puestos específicos. *VII Congreso Nacional de Medicina del Deporte (FEMEDE)*. Valladolid.
- Frías, L. (2011). *Valoración antropométrica aplicada en la nutrición clínica*. Tesis, Escuela superior politécnica del Litoral, Guayaquil.
- García López, D. (2003). Metodología del Entrenamiento Pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el*, 190 - 204.
- Gordillo, R., Mayo, N., Lara, G., & Gigante, S. (2010). *Metodología de la investigación: investigación ex post-facto*. Universidad autónoma de Madrid, Madrid.
- Guillén, L., Mielgo, J., Norte, A., Cejuela, R., Cabañas, M., & Martínez, J. (2015). Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutr Hosp*, 32(2), 799-807.
- Hurtado, H. (2013). *Determinación del somatotipo de atletas de la federación deportiva de Azuay entre los 14-16 años de edad*. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca.
- ITSON. (s.f). Lectura 5. Clasificación de las capacidades y habilidades motoras. *Licenciatura en Dirección de la Cultura Física y del Deporte*, 13.
- Kandel, M., Baeyens, J., & Clarys, P. (2014). Somatotype, training and performance in Ironman athletes. *European Journal of Sport Science*, 14(4), 301-308.

- Knechtle, B., Knechtle, R., Stiefel, M., Zingg, M., Rosemann, T., & Rust, C. (2015). Variables that influence Ironman triathlon performance – what changed in the last 35 years? *Open acces journal sport of sports medicine*, 6.
- Komi, P. (1984). Fatigue and recovery of neuromuscular function. *Medicine and Sport Science*. Vol 17, 187-201.
- López, C., Dominguez, M., Avila, L., Galindo, M., & Ching, J. (2007). Antecedentes, descripción y calculo del somatotipo. *Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería*, 3(6).
- Lorenzo, A. (2006). Entrenamiento de la Resistencia en el Baloncesto. Madrid.
- Manzoni, C. (enero de 2016). Ser Ironman cuesta una fortuna. *La Nación*, pág. 22.
- Martínez, J., Urdampilleta, A., Guerrero, J., & Barrios, V. (agosto de 2011). El somatotipo-morfología en los deportistas . *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 16(159).
- Mazza, J. (2003). *Introducción a la cineantropometría*. Obtenido de PubliCE Standard: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=187&tp=s>
- Merced, A. (2013). *Análisis Fisiológico del Baloncesto*. Obtenido de www.efdeportes.com: <http://www.efdeportes.com/efd185/analisis-fisiologico-del-baloncesto.htm>
- Mora, D. (2013). Recuperado el 9 de abril de 2016, de Ironman: el deporte más duro del mundo: <http://compartirpasion.com/2013/05/17/ironman-el-deporte-mas-duro-del-mundo/>
- Newham, D., Mills, K., & Edwards, R. (1983). Ultraestructural changes after concentric and eccentric muscle contractions. *Journal of Neurological Science* 61, 109-122.
- Norton, K., & Olds, T. (2000). Antropometría. *Byosistem*.
- Onzari, M. (2004). *Fundamentos de Nutrición en el deporte*. Buenos Aires, Argentina: Ed. El Ateneo. Grupo ILHSA S.A.
- Organización Mundial de la Salud. (2014). Recuperado el 3 de abril de 2016, de Consentimiento informado: <http://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Jh2957s/6.3.html#Jh2957s.6.3>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Recuperado el 9 de abril de 2016, de La actividad física en adultos: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Recuperado el 12 de abril de 2016, de Obesidad y sobrepeso: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Pancorbo, A. (2008). *Medicina y ciencias del deporte y actividad física*. Madrid: Ergon.

- Parr, R., Wilmore, J., Hoover, R., Bachman, D., & Kerlan, R. (1978). Professional basketball players: athletic profiles. *Physician and Sportsmedicine*, 77–84.
- Real Academia Española. (2015). Recuperado el 12 de abril de 2016, de Diccionario de la Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=SndI9iL>
- Real Academia Española. (2015). Recuperado el 12 de abril de 2016, de Diccionario de la Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=YzzJBPM|Z00HtVa|Z00rdTM>
- Redondo, C. (2011). Las Cualidades Físicas Básicas. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas. ISSN 1988-6047*, 1-12.
- Reilly, T., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (2005). *Physiology of Sports*. UK: Spon Press.
- Reilly, T., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (2005). *Physiology of Sports*. UK: Spon Press.
- Robling AG, H. F. (2002). Shorter, more frequent mechanical loading sessions enhance bone mass. *Med Sci Sports Exerc*, 196 - 202.
- Rodriguez, J. R. (Noviembre de 2009). *efdeportes.com*. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd138/concepto-y-clasificaciones-del-deporte-actual.htm>
- Ross WD, et al. (1980). Kinantropometry: traditions and new perspectives. Edit. En B. G. Osting M, *International series on Sports Sciences. Vol 9*. University Park Press.
- Rust, C., Bragazzi, N., Signori, A., Stiefel, M., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2013). Nation related participation and performance trends in Norseman xtreme triathlon from 2006 to 2014. *Springer Open Journal*.
- Sargent, D. (1921). Physical test of man. *American Physical Education Review*, 188–194.
- Seirullo, F. (2015). *Desarrollo de las cualidades físicas básicas*. Obtenido de Centro de Entrenamiento Deportivo: <http://cednires.com/2015/09/11/desarrollo-de-las-cualidades-fisicas-basicas-1-parte/>
- Sheldon, W., Stevens, S., & Tucker, W. (1940). *THE VARIETIES OF HUMAN PHYSIQUE*. New York.
- Sillero, M. (2005). Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. *Teoría de Kinantropometría. Apunte para el seguimiento de la Asignatura "Kinantropometría"*. Madrid.
- Torres, M. (2005). *Enciclopedia de la Educación Física y del Deporte*. Barcelona: Ediciones El Serbal.
- UDS. (s.f). *Preparación Física*. Obtenido de Universidad Deportiva del Sur: <http://www.uideporte.edu.ve/WEB/pdf/PreparacionFisica.pdf>

Universidad de Antioquia. (s.f). *Las Capacidades Fisicomotrices*. Obtenido de Guía Curricular para la Educación Física.

Verhoshanski, Y. (1968). Are depth jumps useful? *Yessis Review of Soviet Physical*, 75-78.

World Triathlon Corporation. (s.f.). Recuperado el 9 de abril de 2016, de Ironman:
<http://www.ironman.com/triathlon/history.aspx#axzz45dmQVu1Q>

Zerón, A. (Abril de 2011). Biotipos, fenotipos y genotipos: ¿Que biotipo tenemos? *Revista mexicana de periodontología*, 2(1).

ANEXOS

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito del siguiente estudio es determinar la relación entre el somatotipo y el rendimiento de los triatletas ecuatorianos de 18 a 49 años en el periodo comprendido entre Enero/2015 a Junio/2016. La finalidad del mismo es académica, corresponde a un requerimiento para la titulación de especialidad de Medicina del Deporte de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En cumplimiento con lo establecido por la OMS para investigaciones en humanos, solicitamos su consentimiento para el empleo de los datos que se registrarán en la presente ficha. Si usted accede a participar en este estudio, se le realizará una antropometría (medición de la composición corporal) y también se le pedirá responder algunas preguntas sobre sus antecedentes deportivos. Esto tomará aproximadamente 20 minutos de su tiempo. La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y no habrá remuneración alguna. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Los valores de su antropometría y sus respuestas de la encuesta serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas. Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer cualquier pregunta durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la encuesta le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas. Desde ya le agradecemos su participación.

¿Desea usted participar en esta investigación?

Sí _____ No _____

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento.

He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

Código del Participante _____

Fecha _____ Día/mes/año

Ficha de recolección de datos



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**SOMATOTIPO DE TRIATLETAS ECUATORIANOS DE 18 A 49 AÑOS Y
SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO COMPETITIVO EN EL PERIODO
COMPRENDIDO ENTRE ENERO/2015 A JUNIO/2016**

PARTE I: VARIABLES DEMOGRÁFICAS Y ANTROPOMETRÍA GENERAL

Edad: ____ **Sexo:** ____ **Peso:** ____ (kg) **Talla:** ____ (cms)

PARTE II: ANTROPOMETRÍA PARA CÁLCULO SOMATOTIPO

Pliegues:

Bíceps ____
Muslo ____

Tríceps ____ Abdominal ____
Pierna ____

Diámetros óseos:

Biestiloideo ____
Biepicondilar fémur ____

Biepicondilar húmero ____

Perímetros musculares:

Brazo en flexión ____
Brazo en contracción ____
Pantorrilla ____

Somatotipo:

Endomorfo ____ Mesomorfo ____ Ectomormo ____

PARTE III: ENTRENAMIENTO

DISCIPLINA	NÚMERO DE SESIONES DE ENTRENAMIENTO	DURACIÓN DE LA SESIÓN	INTENSIDAD DE LA SESIÓN
Natación			
Ciclismo			
Carrera			

PARTE IV: EXPERIENCIA EN TRIATLON DE LARGA DISTANCIA

¿Ha realizado triatlones de larga distancia anteriormente?

Sí _____ No _____

¿Cuántos? _____

PARTE V: RENDIMIENTO EN TRIATLON DE LARGA DISTANCIA

País _____ Ciudad _____ Año _____

DISCIPLINA	TIEMPO (Min)
Natación	
Ciclismo	
Carrera	
Transición 1	
Transición 2	
Tiempo total de la competencia	